

基于AI赋能与区域特色人才培养视角的 《法医毒理学》智慧课程建设

王尚文, 李玉华, 曾晓锋*

昆明医科大学法医学院, 云南 昆明

收稿日期: 2026年8月14日; 录用日期: 2026年10月16日; 发布日期: 2026年10月27日

摘 要

在教育数字化战略背景下, 传统《法医毒理学》教学面临直观性不足、实践资源受限、学科交叉融合困难等痛点。课程立足云南区域禁毒与公共卫生防控需求, 提出构建“知识图谱化重构、AI智能助学、典型案例库集成、个性化学习评价”四位一体的智慧课程体系。在前期整合实验教学改革(171名学生)基础上, 通过“设计-实施-评价-再设计”的两轮迭代路径, 深度融合人工智能、虚拟仿真与大数据技术, 构建了覆盖“毒理机制-毒物分析-司法鉴定”全链条的动态知识图谱, 开发了集成案例自主研判与个性化学习推荐的AI助学系统, 并建设了反映区域高发毒物特色的数字化资源库。该体系有效破解了教学核心痛点, 提升了学生毒理学综合研判与实战能力, 为培养服务区域禁毒与公共卫生实践的实用型、创新型法医学人才提供了可推广的教学范式。

关键词

《法医毒理学》, 智慧课程, 人工智能, 知识图谱, 教学模式

Construction of Intelligent Curriculum of *Forensic Toxicology* from the Perspective of AI Empowerment and Frontier Talent Training

Shangwen Wang, Yuhua Li, Xiaofeng Zeng*

School of Forensic Medicine, Kunming Medical University, Kunming Yunnan

Received: August 14, 2026; accepted: October 16, 2026; published: October 27, 2026

*通讯作者。

文章引用: 王尚文, 李玉华, 曾晓锋. 基于 AI 赋能与区域特色人才培养视角的《法医毒理学》智慧课程建设[J]. 创新教育研究, 2026, 14(10): 536-541. DOI: 10.12677/ces.2026.1410818

Abstract

Driven by the digital transformation of education digitalization strategy, traditional *Forensic Toxicology* teaching faces challenges such as insufficient intuitiveness, limited practical resources, and difficulties in interdisciplinary integration. Focusing on the needs of drug control and public health in the Yunnan regions of Yunnan, this paper proposes a four-in-one intelligent curriculum system integrating knowledge graph reconstruction, AI-assisted learning, a typical case base, and personalized learning evaluation. Based on the previous integrated experimental teaching reform involving 171 students, the team designed a two-round iterative pathway of “design-implementation-evaluation-redesign” to deeply integrate artificial intelligence, virtual simulation, and big data technologies. A dynamic knowledge graph covering the complete chain of “toxicological mechanisms - poison analysis - judicial application” was constructed, and an AI tutoring system featuring autonomous case analysis and personalized learning path recommendations was developed. Furthermore, a digital resource library reflecting regional high-incidence poisons was established. This system effectively addresses core teaching challenges, enhances students’ comprehensive toxicological judgment and practical capability, and provides a replicable curriculum paradigm for cultivating innovative forensic talents to serve regional drug control and public health strategy.

Keywords

Forensic Toxicology, Intelligent Curriculum, Artificial Intelligence, Knowledge Graph, Teaching Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

当前，教育数字化转型已成为高等教育改革的必然趋势，人工智能与教育教学的深度融合正在推动育人模式与教学范式的系统性变革。对于实践性、前沿性强的专业教育而言，这一转型尤为迫切。智能技术在医学教育中的应用已逐步从在线资源建设向智能学习支持演进。知识图谱、虚拟仿真、学习分析与自然语言处理等技术被用于构建可视化知识网络、模拟高风险临床场景、开展个性化学习诊断。在法医学教育领域，数字化标本库、虚拟尸检系统、网络课程平台等已有初步探索，提升了形态学教学的可达性与可重复性。然而，已有研究多聚焦于单一资源建设或单一技术应用，缺乏面向法医毒理学全流程的智能化、系统化课程设计。本研究与已有工作的联系在于延续数字化教学改革方向，区别在于构建“知识图谱-AI 助学-区域案例-智能评价”四位一体的课程体系，强调智能技术与区域实践需求的深度融合。

法医学是维护公共安全，服务于国家行政和司法机关的鉴识医学，属国家医学，肩负着不可替代的司法诉讼功能，是实现司法公正、支撑国家法治建设的重要学科。法医学人才的培养质量直接关乎司法公正与社会安全稳定。法医毒理学是一门主要应用毒理学及有关学科的理论和技术，研究与法律有关的自杀、他杀和意外或灾害事故引起中毒的学科[1]。作为法医学专业核心主干课程之一，要求本科学生通过课程学习掌握常见毒物的性状、中毒机制、致死量、中毒性病变、毒物化验检材的采取与保存，以及中毒死亡的法医学鉴定，能对疑难案件做出正确的处理，并具备初步的科研能力。该课程具有知识体系

复杂、实践技能要求高、学科交叉性强的突出特点。

传统的法医毒理学教学模式面临三大关键痛点：其一，教学直观性不足，毒物体内动态代谢与协同毒性效应依赖静态图文描述，学生难以形成系统性认知；其二，实践教学资源严重受限，高危毒物动物实验安全隐患大，中毒尸检案例稀缺且不可重复，关键技能训练常流于形式；其三，课程内容更新滞后，新型精神活性毒品涌现、分子毒理学等前沿技术快速发展，与教材更新缓慢之间的矛盾日益突出。我校所在的云南省地处西南地区，毒物中毒与毒品相关案件较为集中，对具备“毒理分析-现场勘验-司法鉴定”复合能力的法医学人才需求尤为迫切。教学团队以《法医毒理学》课程为切入点，依托昆明医科大学法医学国家一流本科专业建设点，构建深度融合人工智能、虚拟现实与大数据技术的“智慧课程”体系，既是回应区域法治与公共卫生实践需求的重要举措，也是破解专业教学瓶颈、提升专业人才培养质量的迫切需要。

2. 法医毒理学课程建设现状

国内法医毒理学教学改革近年来持续深化，主要集中在课程整合、教学方法创新与数字化资源建设等方面。在模式上，“整合式教学”成为趋势。课程教学团队在国内创新性地开展了“法医毒理学与法医毒物分析”整合实验教学改革，删除实践中较少涉及的毒物中毒实验，增加新型毒品甲基苯丙胺中毒实验，实现两门课程知识的同步教授与实验内容的紧密衔接，形成了6个整合教学案例，经过3轮(2019~2021级)共171名学生的教学实践，有效提升了学生的综合分析与实践能力[2]。基于网络课程平台的法医病理学教学标本数据库建设、数字化形态学实验教学等也取得初步进展，为法医毒理学课程的可视化建设提供了支撑[3]-[6]。

全国法医毒理学课程建设仍存以下不足：首先，国家级一流本科课程尚属空白，课程的高阶性、创新性与挑战度有待全面提升；其次，数字化程度有待深化，现有资源多为静态数据库或在线课件，缺乏基于知识图谱的智能化学习体系及能模拟复杂毒理过程的虚拟仿真环境；最后，与区域特色需求结合不紧，未能充分融入地区高发毒物中毒案例，难以支撑区域性人才培养需求。因此，构建一个以“学生为中心”、以“智能技术”为引擎、以“解决复杂真实问题”为导向的智慧课程体系，已成为法医毒理学教育改革的前沿方向[7][8]。本课程设计以建构主义学习理论、个性化学习理论和深度学习理论为基础。知识图谱通过显性化知识关联支持学生主动建构毒理学认知结构；AI助学系统通过学习分析与自适应推荐实现个性化学习路径；虚拟仿真与案例自主研判任务则通过真实问题情境促进深度学习与迁移应用。

3. 课程建设

3.1. 建设目标

构建一个“知识图谱为基、AI助学为翼、特色案例为库、个性评价为尺”的《法医毒理学》智慧课程新生态，显著提升学生毒理综合研判与实践应用能力，建成服务云南乃至全国法医学数字化教育的示范课程。具体目标包括：(1) 课程体系知识图谱化，绘制覆盖“毒理机制-毒物分析-司法应用”全链条的动态知识图谱，结构化关联知识点不少于500个，整合法医病理学、犯罪现场勘查等多学科知识颗粒不少于200个；(2) AI智能助学系统开发，建成集成案例自主研判(准确率>90%)、个性化学习路径实时推荐、高危实验操作智能预警等功能的AI助教系统，形成“学-练-评-辅”闭环；(3) 区域特色教学资源建设，构建云南特色毒物AI知识库，系统收录与解析鹅膏菌、见手青、滇乌头、地区性毒物混剂等区域高发毒物不少于50种，配套虚拟仿真案例与司法鉴定流程；(4) 智能化教-学评价机制建立，创建融合知识掌握度、技能规范性、毒理思维逻辑的多维动态评价模型，实现教学决策精细化。

3.2. 核心内容与构建路径

3.2.1. 课程知识图谱的构建：从线性章节到网状智能体

知识图谱是智慧课程的“大脑”。本研究基于本体论，采用 OWL 语言构建法医毒理学核心本体框架，定义“毒物实体”“代谢路径”“靶器官”“中毒症状”“检测技术”“司法场景”等核心概念及其属性与关系。知识图谱本体层级采用自上而下的四层设计：领域层、概念层、关系层与实例层。领域层对应法医毒理学核心领域；概念层包括“毒物实体”“代谢路径”“靶器官”“中毒症状”“检测技术”“司法场景”等核心类；关系层定义毒理作用、代谢转化、检测方法、证据关联等关系类型；实例层填充具体毒物、案例与鉴定报告。该结构支持从毒物到案件证据链的跨层推理与可视化导航。在数据整合上，汇入国家规划教材、团队积累的 200 例典型教学案例、100 份真实中毒尸体司法鉴定报告以及前沿学术文献，形成初始知识源。学生可进行可视化探索，例如点击“有机磷农药”节点，即刻关联展示其抑制胆碱酯酶的机制、导致的针尖样瞳孔与肌颤症状、在血液/肝脏中的检测方法，以及相关的农药中毒自杀或他杀现场勘查要点，从而将碎片化知识整合为立体认知网络。

3.2.2. AI 智能助学系统：模式化教育与个性化培养相统一

AI 助学系统采用五层技术架构：数据层整合教学案例、司法鉴定报告、文献资料与学习行为数据；知识层与法医毒理学知识图谱对接，提供语义查询与推理支撑；算法层基于知识追踪模型与协同过滤算法实现学习路径动态推荐，并采用卷积神经网络对毒物光谱、病理图像进行识别；应用层为学生端和教师端提供个性化学习伴侣、沉浸式实践教练、学情驾驶舱等功能；用户层通过统一身份认证与桌面云平台实现多终端接入。系统通过标准 API 与虚拟仿真平台、学习管理系统互联，保障数据流转与过程性评价。系统构建“以学生为中心”的双向赋能闭环。学生端功能包括：个性化学习伴侣，基于知识图谱掌握度动态推荐学习资源，如为“乌头碱心脏毒性”理解薄弱的学生推送相关 AR 解剖视频与虚拟电生理实验；沉浸式实践教练，驱动虚拟仿真实验，如“混合毒物中毒尸检 VR 模拟”，AI 实时监测学生操作并对错误进行预警提示；智能诊断与答疑，学生上传虚拟案例的研判思路，AI 模拟专家逻辑进行批改，指出证据链缺口或推理谬误。教师端功能涵盖：学情驾驶舱，AI 分析全体学生的学习行为热力图、知识掌握度分布与常见错误聚类，生成可视化学情报告，助力精准教学干预；教学资源优化推荐，根据班级整体薄弱环节自动推荐最优教学案例、习题或拓展文献，减轻备课负担。

3.2.3. 区域毒物 AI 知识库：体现区域实践需求的特色模块

此模块是智慧课程“接地气”的关键。内容建设上，系统整合《中国的毒蘑菇》《云南有毒植物图鉴》等本土资源，针对见手青(幻觉原毒素)、鹅膏菌(毒肽)、滇乌头(乌头碱)等制作高精度 3D 模型与毒性机制动画。建立特色毒物光谱数据库，并尝试利用 OPLS-DA 等算法构建云南常见毒物混剂的协同毒性预测教学模型。案例联动上，每一特色毒物均关联 1~2 个来源于团队或云南省公安厅合作提供的真实或仿真鉴定案例，形成从“毒物认知”到“案件鉴定”的完整教学链。

3.2.4. 多维度动态评价与个性化学习方案生成

打破传统评价模式。多源数据采集涵盖学习行为数据(视频观看时长、虚拟实验操作序列)、交互评价数据(AI 诊断题得分、讨论区发言语义)和能力产出数据(毒物识别准确率、虚拟尸检报告规范性)。动态评价模型设计加权算法，如： $\text{综合能力评分} = 0.4 \times \text{知识掌握度} + 0.3 \times \text{实操技能分} + 0.3 \times \text{毒理思维逻辑分}$ ，权重系数采用层次分析法确定：邀请法医学、教育技术学与毒物分析领域专家，按照知识掌握度、实操技能、毒理思维逻辑三个维度进行两两比较，构建判断矩阵并计算权重向量，最终确定权重依次为 0.40、0.30、0.30。后续可根据多轮教学数据进行动态修正。模型对接学院已建成的桌面云智慧平台，实

现数据自动流转。系统为每位学生生成“毒理能力雷达图”，直观展示其在基础知识、仪器操作、证据关联、文书撰写等维度的强弱项，并基于薄弱项自适应推送靶向训练资源，如“毒理-CTF”挑战赛题(从一组模糊的尸表照片和现场信息中竞速推断毒物可能种类)，激发学习主动性。

4. 结果

在昆明医科大学法医学专业 2024 级与 2025 级的真实教学情境中，完成了两轮“设计 - 实施 - 评价 - 再设计”的迭代循环，为课程建设持续优化提供了实践支撑。第一轮(2024 级)聚焦原型测试与问题发现，通过采集与分析学生操作热力图、AI 诊断日志等学习行为数据，系统识别了知识图谱关联规则的断点与 AI 助教反馈阈值的偏差，据此完成了对知识网络与智能算法的定向优化。第二轮(2025 级)则在修正后的原型基础上进行全场景推广，验证了优化方案的教学有效性。这一迭代路径确保了智慧课程体系的构建建立在实证数据之上，实现了技术设计与教学需求的深度耦合。

为保障跨学科融合的专业品质，研究建立了常态化的协同教研机制。以每月例会为纽带，法医毒理学、法医病理学、法医毒物分析、信息技术与教育技术等领域的专家组成联合教研组，围绕知识图谱的逻辑自洽性、虚拟仿真实验的科学准确性、AI 模型的诊断合理性等核心问题开展集体审议。这一机制有效弥合了医学专业内容与智能技术实现之间的鸿沟，确保了智慧课程在学术严谨性与技术先进性上的统一。

构建多模态混合评估体系。量化维度上，建立了涵盖学生成绩(特别是案例分析题得分)纵向对比、全国法医本科生技能竞赛获奖情况追踪、虚拟仿真实验完成度与操作准确率统计、教学资源使用频率等多源数据的指标体系，实现了对教学成效的精确测量。质性维度上，运用 NVivo 软件对学生的实验报告、反思日志进行内容编码分析，并对师生开展半结构化深度访谈，深入揭示其在毒理思维建构、学习体验优化等方面的内在变化。量化与质性维度的交叉印证，为智慧课程实施效果提供了全面而可靠的数据支撑。

5. 结论与展望

本研究系统设计了一套面向《法医毒理学》的智慧课程建设方案。该方案以教育数字化转型为引领，以破解传统教学核心痛点为目标，以人工智能、知识图谱、虚拟仿真等智能技术为驱动，深度融合了区域人才培养的特殊需求。通过构建“知识图谱-AI 助学 - 特色资源 - 智能评价”四位一体的教学新生态，旨在实现从“教师中心”的知识传授向“学生中心”的能力赋能转变。

近三年来，针对 2019 级(60 人)、2020 级(58 人)、2021 级(53 人)学生开展的整合实验教学等前期改革，已为本次系统性智慧课程升级奠定了良好的实践基础和学生适应性基础。阶段性研究成果，不仅将显著提升本校法医学人才的培养质量，为云南的禁毒与公共卫生事业提供智力支持，其构建的智慧课程范式、开发的技术模块(如区域毒物知识库、毒理 AI 诊断模型)以及总结的“医工交叉、教研协同”建设经验，亦可为全国法医学专业，乃至其他实践性、交叉性强的理工医科专业的数字化教学改革，提供具有重要参考价值的“昆医方案”。本研究也存在一定局限：首先，采用两轮迭代设计而非严格随机对照实验，难以完全排除混杂因素对学习效果的影响；其次，样本来源于单一院校，外部效度有限；再次，追踪时间较短，尚缺乏对毕业生岗位胜任力的长期评价。在向其他院校推广时，可能面临计算资源不足、虚拟仿真平台建设成本较高、教师信息技术应用能力参差不齐等挑战。建议通过建立校级或区域级虚拟仿真资源共享机制、开展教师数字素养专项培训、采用模块化轻量化部署方案降低技术门槛；同时，可组建跨校教研协作体，推动课程资源与评价标准的共建共享。专业课程智慧化建设是一个动态发展、持续迭代的过程。未来，如何实现与全国性法医教育数据平台的联通共享，如何利用元宇宙技术构建更加

沉浸、开放的虚拟实训空间,实现多用户协同尸检模拟、远程司法鉴定实训与跨机构联合教学,以及如何建立基于学习成果的长期追踪评价机制,将是本研究团队后续持续探索的方向。

基金项目

2023 年云南省教育厅教研教改项目“国家级一流本科课程《法医病理学》课程思政元素建设与实践研究”(项目编号 JG2023112)、2024 年昆明医科大学教研教改项目“智慧教育视域下法医病理学教学模式改革研究与实践”(项目编号 2024-JY-Y-028)、2025 年昆明医科大学教研教改项目“《法医毒理学》智慧课程建设与应运”(项目编号 2025-JY-Y-004)、2026 年昆明医科大学教研教改项目“AI 赋能的法医毒理学课程思政示范课建设”(项目编号 KCJS-1-5)。

参考文献

- [1] 刘良. 法医毒理学[M]. 第 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
- [2] 王尚文, 张瑞林, 李树华, 等. 法医毒理学和法医毒物分析整合式实验教学方法探索[J]. 当代教育实践与教学研究(电子刊), 2023(15): 65-67.
- [3] 王尚文, 张桓, 赵永和, 等. 基于网络课程平台的法医病理学教学标本数据库建设及应用[J]. 教育教学论坛, 2020(26): 221-222.
- [4] 陈梦, 任丽薇, 赵福建, 等. 数字化技术在形态学实验教学中的应用[J]. 教育教学论坛, 2020(9): 376-377.
- [5] 王尚文, 李桢, 雷普平, 等. 法医病理学国家精品课程实验教学改革回顾[J]. 教育教学论坛, 2018(45): 149-150.
- [6] 吴婷, 陈瑶清, 辛彩蕊. 智慧教育背景下公安院校一流课程建设的实践与探索——以湖南警察学院“法医学”课程为例[J]. 公安教育, 2024(2): 63-67.
- [7] 梁伟波. 四川大学法医学学科建设与高质量发展[J]. 法医学杂志, 2025, 41(1): 30-34.
- [8] 陈光, 王荣帅, 苏莉, 等. 建设区域性高水平医科大学视域下法医学学科发展的思考与实践[J]. 法医学杂志, 2025, 41(1): 35-39.